

Раздел Технические науки

47 (Февраль) 2020

УДК 62

ДИСПЕРСИОННЫЕ И ФИЛЬТРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОЛНОВОДОВ

Шарманжинов Савр Валерьевич

студент

Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста

Аннотация. В данной работе подробно анализируются дисперсионные и фильтрующие особенности периодических дырявых волноводов в миллиметровом диапазоне частот. В основном изучаются две структуры в зависимости от скользящей и зеркальной симметрий отверстий. Проведено параметрическое исследование дисперсионных характеристик их элементарных ячеек. Скользяще-симметричные дырочные волноводы обеспечивают более высокую постоянную распространения и низкую дисперсию в широком диапазоне частот относительно полых волноводов.

Ключевые слова: волноводы, фазовращатель, конфигурация, режим.

Свойство особенно полезно при проектировании малопотерных и малодисперсных фазовращателей. Мы также демонстрируем, что скользяще-симметричные дырявые волноводы менее дисперсны, чем волноводы, нагруженные скользяще-симметричными штифтами. Кроме того, мы выполняем анализ Блоха для вычисления констант затухания в дырявых волноводах с зеркальной и ломаной симметрией скольжения. Показано, что обе конфигурации подходят для проектирования фильтров. Наконец, результаты моделирования подтверждаются двумя прототипами в технологии зазорных волноводов. Первый-это фазовращатель 180°, основанный на скользяще-симметричной дырявой конфигурации, которая обеспечивает плоский отклик фазового сдвига в широком диапазоне частот (27,5% полосы частот). Второй-фильтр на основе зеркально-симметричной дырявой структуры с 20-дБ отбраковкой от 63 ГГц до 75 ГГц. Волноводная технология является одной из предпочтительных технологий направляющих структур для высоких применений из-за низких потерь, возникающих при распространении поля. Полые волноводы пригодны для проектирования электронных устройств, работающих в миллиметровом и терагерцовом режимах, за счет сложностей в процессе их изготовления, которые в последнее время были устранены с внедрением щелевых волноводов. В системах связи обычно необходима реализация фильтров и фазовращателей. Стратегией проектирования этих ВЧ (радиочастотных) компонентов является включение периодических структур внутри

волновода. В случае фильтров стоп–полосы, создаваемые периодической конфигурацией, используются для настройки полос отбраковки. Конструкция фазовращателей на основе металло-диэлектрических периодических структур позволяет искусственно изменять постоянную распространения в волноводе с высокой перестраиваемостью. В технологии интегрального волновода подложки (SIW) существуют некоторые конструкции, которые используют периодические металлические столбы, омега-частицы или тонкие щели для достижения желаемого фазового сдвига. И наоборот, в полых волноводах сообщается лишь о нескольких фазовращателях, основанных на периодических структурах. Широко используются гофры и конструкции на основе штифтов. В некоторых предыдущих работах уже были объединены периодические структуры с глissадной симметрией для улучшения свойств их устройств: увеличения постоянной распространения и уменьшения дисперсии в широком диапазоне частот. Глissесимметричные дырявые конструкции представляют особый интерес с производственной точки зрения из-за их экономически эффективного изготовления с использованием фрезерных технологий. Например, скользяще-симметричные отверстия были реализованы в волноводе с параллельной пластиной и в многослойном волноводе. Аналогичная периодическая структура с более высоким расстоянием между пластинами используется в работе для проектирования призмы с целью уменьшения косоглазия луча антенны с дырявой волной. Кроме того, в работе было подробно описано, что нарушение симметрии скольжения является дополнительным инструментом для проектирования фильтров из-за создания стоп-полосы. Единственной известной работой, в которой для проектирования фильтрующего устройства в волноводе используются глissадно-симметричные дырочные структуры, а именно плетеная глissадная симметрия, является. Большая часть ранее опубликованных работ посвящена исследованию параллельных пластинчатых структур, нагруженных скользяще-симметричными отверстиями. В данной работе анализируется распространение волны при вставке периодических отверстий, обладающих скользящей и зеркальной симметрией, в верхнюю и нижнюю пластины прямоугольного волновода. Охарактеризовано влияние геометрических параметров, определяющих дырявые структуры, на их дисперсионные кривые. В частности, подробно изучены вариации частот среза в дырявом волноводе. Также проведено сравнение волноводов, нагруженных скользяще-симметричными отверстиями, и штырей [28], показывающее, что дырявые волноводы, как правило, менее дисперсны, чем штыревые. Кроме того, константа затухания вычисляется для точной характеристики стоп-полос, которые появляются в обеих дырявых конфигурациях. Наконец, для целей валидации изготавливаются два прототипа: широкополосный и малодисперсионный фазовращатель на основе скользяще-симметричной дырчатой конфигурации, работающий в полосе V, и фильтр на основе зеркально-симметричной дырчатой конфигурации с 20-дБ отбраковкой от 63 ГГц до 75 ГГц.

Исследуемые периодические дырявые волноводы проиллюстрированы, где на боковых стенках волновода установлены идеальные металлические граничные условия. На этом рисунке изображены воздушные зоны внутри периодических структур для наблюдения конфигураций отверстий внутри волновода. Разрез, показывающий их продольные сечения, также представлен. Рассмотрены две конфигурации в зависимости от симметрии отверстий верхней и нижней волноводных пластин. В зеркально-симметричной конфигурации верхнее и нижнее отверстия выровнены по оси z . В скользяще-симметричной конфигурации нижние отверстия смещены на полпериода в направлении x относительно верхних отверстий. В работе также рассматривается опорный волновод для сравнения свойств дырявых элементарных ячеек с ним. Как зеркально симметричны, так и скользящая симметрии структуры являются периодическими в X -направлении. Они имеют высоту волновода g и ширину волновода w , размер которого соответствует волноводу WR15. Все результаты моделирования в этом разделе относятся к структурам без потерь. Расчет дисперсионных диаграмм выполняется в коммерческом программном обеспечении и собственном коде на основе мультимодального анализа. Наша эталонная элементарная ячейка имеет следующие размеры: высота волновода $g = 0,3$ мм, ширина волновода $w = 3,76$ мм и период $p = 2,4$ мм. Кроме того, для полноты картины на дисперсионных диаграммах представлены первая или основная и вторая распространяющиеся моды элементарной ячейки.

Список литературы:

1. Колбуш, Э. Инженерия автоматизированных информационных систем в е-экономике / Э. Колбуш. - М.: ГЛТ, 2012. - 376 с.
2. Мацяшек, Л.А. Практическая программная инженерия на основе учебного примера / Л.А. Мацяшек, Б.Л. Лионг; Пер. с англ. А.М. Епанешников, В.А. Епанешников. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2013. - 956 с.
3. Орлов, С.А. Программная инженерия. Технологии разработки программного обеспечения. Стандарт третьего поколения: Учебник / С.А. Орлов. - СПб.: Питер, 2019. - 224 с.
4. Чошанов, М.А. Дидактика и инженерия / М.А. Чошанов. - М.: Бином, 2012. - 248 с.
5. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. - М.: Бином, 2014. - 325 с.

ISSN 2541-9250

НАУКА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ВРЕМЕНИ

Международный научный журнал

Ежемесячное научное издание

№2 (47) 2021

ISSN 2541-9250



9 772541 925005 >

Библиографическое описание статьи:

Шарманжинов Савр Валерьевич. Дисперсионные и фильтрующие свойства волноводов // Наука через призму времени. – 2021. – №2 (47). – с. 13-15



<http://www.naupri.ru/journal/2838>

© Шарманжинов Савр Валерьевич, 2021

© Редакция научного журнала «Наука через призму времени», 2021